

09.05.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 26 JUN 2000

JP00/2961

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 1月31日

出願番号

Application Number:

特願2000-022570

出願人

Applicant (s):

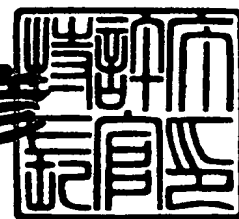
日本精工株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3042498

【書類名】 特許願

【整理番号】 299179

【提出日】 平成12年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

 【氏名】 関野 和雄

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

 【氏名】 沖田 滋

【特許出願人】

 【識別番号】 000004204

 【氏名又は名称】 日本精工株式会社

 【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

 【識別番号】 100066980

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100075579

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103850

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外輪と、内輪と、前記外輪と前記内輪との間に転動自在に配設された複数の転動体と、前記外輪と前記内輪との間に形成され前記転動体が内設された空隙部内に充填されたフッ素系潤滑油とを備えると共に、減圧雰囲気下で使用される転がり軸受において、前記外輪及び前記内輪に設けられた軌道面上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する異物が存在していないことを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、減圧雰囲気下での使用においても長寿命なフッ素系潤滑油で潤滑された転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、真空ポンプ等に使用される転がり軸受のように減圧雰囲気下（真空を含む）で使用される転がり軸受の潤滑剤としては、潤滑油の蒸発等によって減圧雰囲気が汚染されることを防ぐため、固体潤滑剤が用いられる場合が多い。その中でも、転がり軸受の寿命や信頼性を向上させるため、耐食性が高く蒸発しにくいフッ素系潤滑油がよく使用される。特に、高速回転で使用され、場合によっては高温環境で使用されることのある真空ポンプに用いられる転がり軸受においては、より信頼性の高いフッ素系潤滑油を潤滑剤として使用することが多い。

【0003】

従来、このような減圧雰囲気下で使用される転がり軸受は、潤滑剤をフッ素系潤滑油とする他は、特に構造や製法等の他の部分を変更することはなく、通常の転がり軸受が使用されていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

高速回転で使用され、場合によっては高温環境で使用されることのある真空ポンプに用いられる転がり軸受においては、潤滑油の温度の上昇により内輪や外輪の軌道面に潤滑油膜が十分に形成されない場合がある。さらに、潤滑油がポンプ部を汚染するのを防止するため油浴中の潤滑を行うことができないので、ギヤ等による跳ねかけ式の潤滑方法が用いられる。そのため、前記軌道面への潤滑油の供給が不十分になりやすく、潤滑が不十分になることがあった。

【 0 0 0 5 】

また、フッ素系潤滑油は、通常の鉱油系潤滑油に比べて比重が高く、濡れ性が極端に低いため、潤滑による油膜が形成し難い傾向がある。そのため、フッ素系潤滑油を使用した場合は、より一層潤滑条件が厳しくなっている。

このような、厳しい潤滑条件が重なり潤滑が不十分となっていると、転がり軸受の軌道面上に砥粒のような異物が存在することによって、転がり軸受の軌道面のピーリング摩耗が加速され、前記軌道面にピーリングはくりが発生する恐れがあるという問題点があった。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は上記のような従来の転がり軸受が有する問題点を解決し、減圧雰囲気下での使用においても長寿命なフッ素系潤滑油で潤滑された転がり軸受を提供することを課題とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち本発明の転がり軸は、外輪と、内輪と、前記外輪と前記内輪との間に転動自在に配設された複数の転動体と、前記外輪と前記内輪との間に形成され前記転動体が内設された空隙部内に充填されたフッ素系潤滑油とを備えると共に、減圧雰囲気下で使用する転がり軸受において、前記外輪及び前記内輪に設けられた軌道面上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する異物が存在していないことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

このような構成の転がり軸受であれば、減圧雰囲気下で、さらには高温環境下で使用されても長寿命である。

前記外輪及び前記内輪に設けられた軌道面上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する異物が存在すると、転がり軸受の寿命が不十分となる。そして、前記異物が存在しないか、又は存在しても $3\mu\text{m}$ 以下の平均直径であれば、該転がり軸受は長寿命である。

【0009】

なお、前記平均直径とは、前記異物の長径と短径との平均値を意味する。

前記軌道面上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する異物が存在しないようにする方法としては、前記軌道面に表面加工処理を施す方法があげられる。この処理により、前記軌道面上に存在する前記異物を除去することができる。表面加工処理としては、例えば、バレル処理やクロス処理等があげられる。

【0010】

また、転がり軸受の前記空隙部内に充填する前に、前記フッ素系潤滑油をろ過する方法があげられる。ろ過により前記フッ素系潤滑油中の前記異物が除去されるから、前記フッ素系潤滑油から前記軌道面上に前記異物が供給されない。

なお、上記の表面加工処理及びフッ素系潤滑油のろ過は、その一方を行ってもよいが、その両方を行うことにより、より高い効果が得られ、より長寿命の転がり軸受が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明に係る転がり軸受の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。

まず、本発明者らは、フッ素系潤滑油で潤滑された転がり軸受に発生したピーリング摩耗やピーリングはくりの形態を観察した。その結果、前記のようなピーリングが発生した内輪、外輪、及び転動体の軌道面に、摩耗粉などの異物を噛み込んだ痕や、微小な異物による摩耗形態が見られた。その噛み込み痕や摩耗形態をさらに詳しく観察すると、同じ傷跡が繰り返し残留している様子が見られた。この結果から、前記のようなピーリング破損が発生する原因として異物混入が考えられる。すなわち、異物が内輪及び外輪の軌道面上に固定されて、転動体に繰り返し傷を付けていく内に、該転動体の軌道面の粗さが増し、やがて内輪及び外輪の軌道面に前記ピーリング破損が発生するというメカニズムが推定される。

【 0 0 1 2 】

そこで、フッ素系潤滑油で潤滑された転がり軸受を回転させ、前記ピーリング破損が発生する以前の比較的良好な状態において、転がり軸受の軌道面を観察した。その結果、このような疲労初期状態においても、内輪、外輪、及び転動体に前記と同様の傷跡が繰り返し付けられている様子が確認された。さらに、内輪及び外輪の軌道面には、固定された異物が確認された。そして、この固定された異物の状態や成分を調査したところ、非金属成分であるアルミナ等のセラミック成分であった。

【 0 0 1 3 】

さらに、フッ素系潤滑油で潤滑された未使用の転がり軸受に関しても、その軌道面を観察したところ、僅かではあるが、セラミック成分や金属系の異物の存在が確認され、転がり軸受の完成時において、すでに軌道面に異物が付着している可能性があることがわかった。そして、このような異物は、転がり軸受の軌道面を研削加工により仕上げる際に使用する加工砥石を形成している砥粒が、前記軌道面に残留したものと考えられた。

【 0 0 1 4 】

これらのことから、フッ素系潤滑油で潤滑された転がり軸受は、研削加工工程において転がり軸受の軌道面に残留した僅かな砥粒が、前記ピーリング破損を引き起こし、転がり軸受の寿命を大きく低下させている可能性があることがわかった。

一方、上記の未使用の転がり軸受の軌道面に付着していた異物と比べて、前記ピーリング破損が発生する以前の比較的良好な状態の転がり軸受の軌道面に付着していた異物は、発見される頻度や存在する量に大きなばらつきがあった。このことから、前記ピーリング破損が発生する原因は、研削加工工程において転がり軸受の軌道面に残留した僅かな砥粒等の異物だけではないことが容易に推測された。

【 0 0 1 5 】

そこで、本発明者らは、異物の侵入経路をさらに調査した結果、転がり軸受に充填するフッ素系潤滑油にセラミック成分や金属系の異物が存在することを確認

した。

これは、フッ素系潤滑油が通常の潤滑油に比べて比較的高価であるため、少量（0.5～2リットル程度）を樹脂製等の容器に小分けしてから使用する場合が多いので、この容器に存在する異物によりフッ素系潤滑油が汚染される可能性があることが推測された。

【0016】

そして本発明者らは、上記のような内輪及び外輪の軌道面に付着した異物を取り除くためには、内輪及び外輪の軌道面にバレル処理等の表面加工処理を施すことが有効であり、さらに、フッ素系潤滑油中に含まれる異物を取り除くためには、フッ素系潤滑油をろ過することが有効であることを見いだした。

図1は、本発明に係る転がり軸受の一実施形態であるスラスト玉軸受1の構造を示す断面図である。

【0017】

スラスト玉軸受1（日本精工株式会社製、呼び番号51305）は、外輪2と、内輪3と、両輪2, 3の間に転動自在に配設された複数の玉4と、複数の玉4を両輪2, 3の間に保持する保持器5と、両輪2, 3の間に形成され玉4が内设された空隙部内に充填されたフッ素系潤滑油6と、を備えている。

そして、両輪2, 3には玉4を案内するための転動溝が備えられていて、その軌道面2a, 3aには、表面加工処理が施してある。なお、この表面加工処理としては、バレル処理、クロス処理等が好ましく採用される。

【0018】

また、フッ素系潤滑油6は、スラスト玉軸受1の前記空隙部内に充填される前に、10 μ mのフィルターによりろ過してあるものを使用した。なお、該フィルターには、フッ素系潤滑油6中に含まれる異物を除去することが可能なものを使用する必要がある。

このようなスラスト玉軸受1の軌道面2a, 3a上には、3 μ m以上の平均直径を有する砥粒等の異物は確認されなかった。

【0019】

なお、外輪2、内輪3、及び玉4にはJIS軸受鋼SUJ2材を使用し、83

0～850℃で焼入を行った。その後、外輪2及び内輪3には、寸法安定化処理として230～260℃で焼き戻しを行い、玉4には、160～200℃の通常仕様の焼き戻しを行なった。さらにその後、通常の研削処理により、J I S B 1 5 1 8で定める値のスラスト玉軸受を作製した。

【0020】

(実施例)

このようなスラスト玉軸受1と同様の軸受において、種々の条件で表面加工処理を施したものを用意して、その寿命試験を行った。

表面加工処理としては、バレル処理及びクロス処理を行った。

バレル処理に用いる砥粒は、軸受の加工時に用いられるアルミナ系砥粒に限定した。そして、種々の大きさの砥粒を用いて処理を施し、試験用の軸受を製作した。使用したアルミナ系砥粒（チップ）は、いずれも溶融アルミナを主成分としているチップで、アランダム#100（強研削石の場合）、アランダム#150（中研削石の場合）、アルミナ#1500～2000（光沢石の場合）、アルミナ#4000～6000（超光沢石の場合）の4種である（いずれも本ダイヤモンド工業株式会社製）。

【0021】

軸受の製造においては加工工程によって使用される砥粒の大きさが異なるため、どの工程の砥粒によるものかを見極める目的で、バレル処理には上記のように4種のチップを使用した。

なお、処理時間はいずれも60分とし、砥粒の大きさによる寿命への影響のみが確認できるようにした。

【0022】

クロス処理とは、比較的丈夫な合成繊維製の布（以降、クロスと称する）を木製等の棒に巻き付けた状態で、完成した軸受の軌道面を研磨する処理である。クロス処理に関しては、クロスとしてクリーンルーム用ワイピングクロス（商品名：ザヴィーナミニマックス、カネボウ合繊株式会社製）を使用して、処理時間を0、30、60、120、180秒の5条件として、試験用の軸受を製作した。なお、クロスの押し付け荷重は一定とした。

【0023】

このようにして製作した試験用のスラスト玉軸受を、日本精工株式会社製スラスト型軸受寿命試験機を用いて、試験荷重： $P/C=0.45$ 、軸受回転数：5000rpmの条件にて、クリーン潤滑下における基本定格寿命（ 10^6 回転） L_{10} を測定した。潤滑油には、市販のフッ素系潤滑油を用いた。なお、フッ素潤滑油は真空下でも大気圧下でもほとんど変化しないので、本寿命試験は大気圧下で行なった。また、潤滑油の温度が上昇して油膜の形成が不十分となることを想定して、潤滑条件の厳しい100～120℃の試験温度で評価を行なった。

【0024】

また、フッ素系潤滑油はろ過していないものと、10μmのフィルターでろ過したものとの2種類を用いて、試験を行った。

なお、フッ素系潤滑油は、必要使用量を（ユーザー側で）他の容器に取り出して使用することがあるので、この詰め替え時に異物が混入することが考えられる。よって、10μmのフィルターでろ過すれば、フッ素系潤滑油の成分を損なうことなく、大きな異物が除去できる。なお、フィルターの性質上（ブリッジ効果）、10μm以下の異物であっても除去可能であると考えられるので、10μmのフィルターを使用した。

【0025】

表1及び表2に試験結果を示す。そして、図2は、ろ過していないフッ素系潤滑油を使用した場合の、異物の最大系と軸受の寿命との相関を示すグラフであり、図3は、ろ過したフッ素系潤滑油を使用した場合の、異物の最大系と軸受の寿命との相関を示すグラフである。

【0026】

【表 1】

| | バレル処理の 砥粒の種類 ¹⁾ | クロス処理 時間 (秒) | 異物 数 (個) | 最大径 (μm) | 軸受寿命 (hr) | ワイブル スロープ |
|----------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|
| 実施例 1 A 1 B | 処理なし | 6 0 | 3 | 3 | 1 8 2 2 1 9 | 3. 5 1 6. 8 |
| 実施例 2 A 2 B | 処理なし | 1 2 0 | 2 | 1 | > 2 5 0 > 2 5 0 | ∞ ²⁾ ∞ |
| 実施例 3 A 3 B | 処理なし | 1 8 0 | 0 | — | > 2 5 0 > 2 5 0 | ∞ ∞ |
| 実施例 4 A 4 B | d | 0 | 2 5 | 3 | 1 4 7 1 9 7 | 2. 9 1 4. 6 |
| 実施例 5 A 5 B | d | 3 0 | 1 8 | 3 | 1 7 1 2 3 5 | 3. 1 1 8. 3 |
| 実施例 6 A 6 B | d | 6 0 | 5 | 2 | 1 9 8 > 2 5 0 | 4. 4 ∞ |
| 実施例 7 A 7 B | d | 1 2 0 | 4 | 1 | > 2 5 0 > 2 5 0 | ∞ ∞ |
| 実施例 8 A 8 B | d | 1 8 0 | 2 | 1 | > 2 5 0 > 2 5 0 | ∞ ∞ |

- 1) a : アランダム#100、b : アランダム#150、
c : アルミナ#1500~2000、d : アルミナ#4000~6000
2) 無限大

【 0 0 2 7 】

【表 2】

| | バレル処理の 砥粒の種類 ¹⁾ | クロス処理 時間 (秒) | 異物 数 (個) | 最大径 (μm) | 軸受寿命 (hr) | ワイブル スロープ |
|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 比較例 1 A 1 B | 処理なし | 0 | 8 | 8 | 75 83 | 2.4 3.2 |
| 比較例 2 A 2 B | 処理なし | 30 | 4 | 5 | 95 125 | 2.7 3.8 |
| 比較例 3 A 3 B | c | 0 | 21 | 12 | 36 38 | 1.8 2.3 |
| 比較例 4 A 4 B | c | 30 | 15 | 10 | 46 50 | 2.1 2.5 |
| 比較例 5 A 5 B | c | 60 | 12 | 7 | 83 95 | 2.5 3.1 |
| 比較例 6 A 6 B | b | 0 | 18 | 15 | 30 33 | 2.2 2.3 |
| 比較例 7 A 7 B | b | 30 | 13 | 12 | 37 42 | 1.8 2.4 |
| 比較例 8 A 8 B | b | 60 | 11 | 10 | 42 45 | 1.9 2.4 |
| 比較例 9 A 9 B | b | 120 | 8 | 9 | 55 61 | 2.3 2.6 |
| 比較例 10 A 10 B | a | 0 | 18 | 15 | 23 31 | 1.4 2.1 |
| 比較例 11 A 11 B | a | 30 | 15 | 14 | 27 34 | 1.6 2.2 |
| 比較例 12 A 12 B | a | 60 | 12 | 12 | 36 40 | 2.1 3.0 |
| 比較例 13 A 13 B | a | 120 | 10 | 10 | 41 47 | 2.2 3.1 |

1) a: アラダム#100、b: アラダム#150、
c: アルミナ#1500~2000、d: アルミナ#4000~6000

2) 無限大

【0028】

軌道面に残留している異物は、該軌道面を電子顕微鏡（日本電子社製）で観察することにより、その個数と大きさを測定した。なお、表中の最大径の欄には、観察された異物の中で最大の平均直径（長径と短径との平均値）の値を記載している。

また、フッ素系潤滑油を充填したスラスト玉軸受の寿命を、寿命時間とワイブルスロープとにより評価した。なお、それぞれの実施例及び比較例において、A

はろ過していないフッ素系潤滑油を充填した軸受の試験結果で、Bはろ過したフッ素系潤滑油を充填した軸受の試験結果である。また、表1及び表2の軸受寿命において「>250」と表記してあるものは、試験した軸受全数が計算寿命（250時間）を超えてもピーリング破損や摩耗が一切発生せず、試験を打ち切ったことを示している。

【0029】

表1及び表2に記載の通り、クロス処理を行う時間が長くなるにしたがって、残留する異物の数が少なくなっていることから、クロス処理により異物が取り除かれていることが推測される。そして、クロス処理により軸受が長寿命化され、ワイブルスロープの値も良好になっている。

また、バレル処理を行うと砥粒自体が軌道面に付着するため、逆に残留異物の数は増加する。しかし、超光沢石を用いた場合（実施例4A～8A）は砥粒が小さく、付着してもその最大径は $3\mu\text{m}$ 以下であるため、軸受は長寿命である。大径である他の砥粒を用いてバレル処理を行った場合（比較例3A～13A）は、異物の最大径は $3\mu\text{m}$ 超過となるので、クロス処理を併せて施しても軸受の寿命が十分ではない。

【0030】

よって、図1に示すように、内輪及び外輪の軌道面上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する砥粒等の異物が残留していないことで、該軸受は長寿命となる。さらに安定して長寿命を得るためには、 $2\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する異物が残留していないことが望ましい。

一方、フッ素系潤滑油のろ過の有無について着目すると、ろ過を行った方の軸受が明らかに長寿命となっている。さらに、ワイブルスロープの値が大きくなっていることから、安定した寿命を有する軸受が製造されている（品質が安定している）ことがわかる（実施例1A, B～8A, B）。ただし、大きな異物が残留している場合は、その大きな異物によって寿命が支配されてしまう傾向がある。したがって、最大径が比較的小さい比較例2A, Bにおいて若干の効果が見られたものの、それ以外（比較例1, 3～13A, B）では異物の大きさが支配的であり、このためろ過による大きな効果はなかった。

【0031】

図2に示すように、ろ過を行った場合にも、内輪及び外輪の軌道面上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する砥粒等の異物が残留していないことで、該軸受は長寿命となる。

以上のように、内輪及び外輪の軌道面上に残留している砥粒等の異物をバレル処理、クロス処理で取り除くことにより、ピーリング磨耗やピーリングはくりが抑制されて、軸受が長寿命となる、さらに、ろ過したフッ素系潤滑油を使用することで、より長寿命となる効果がある。

【0032】

なお、本実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は本実施形態に限定されるものではない。

例えば、本実施形態においては、転がり軸受としてスラスト玉軸受を例示して説明したが、本発明の転がり軸受は、他の種類の様々な転がり軸受に対して適用することができる。例えば、スラストころ軸受等の他のタイプのスラスト形の転がり軸受や、ラジアル形の転がり軸受である。ラジアル形の転がり軸受の例としては、円筒ころ軸受、自動調心ころ軸受、円すいころ軸受等のころ軸受や深みぞ玉軸受、アングュラ玉軸受等の玉軸受があげられる。

【0033】

【発明の効果】

以上のように、本発明のフッ素系潤滑油により潤滑された転がり軸受は、減圧雰囲気下において使用されても長寿命である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る転がり軸受の一実施形態であるスラスト玉軸受の構造を示す断面図である。

【図2】

ろ過していないフッ素系潤滑油を使用した場合の、異物の最大系と軸受の寿命との相関を示すグラフである。

【図3】

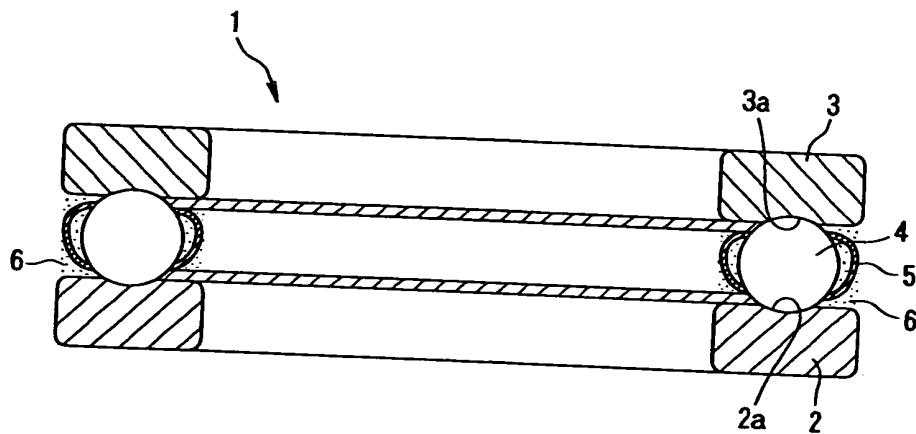
ろ過したフッ素系潤滑油を使用した場合の、異物の最大系と軸受の寿命との相関を示すグラフである。

【符号の説明】

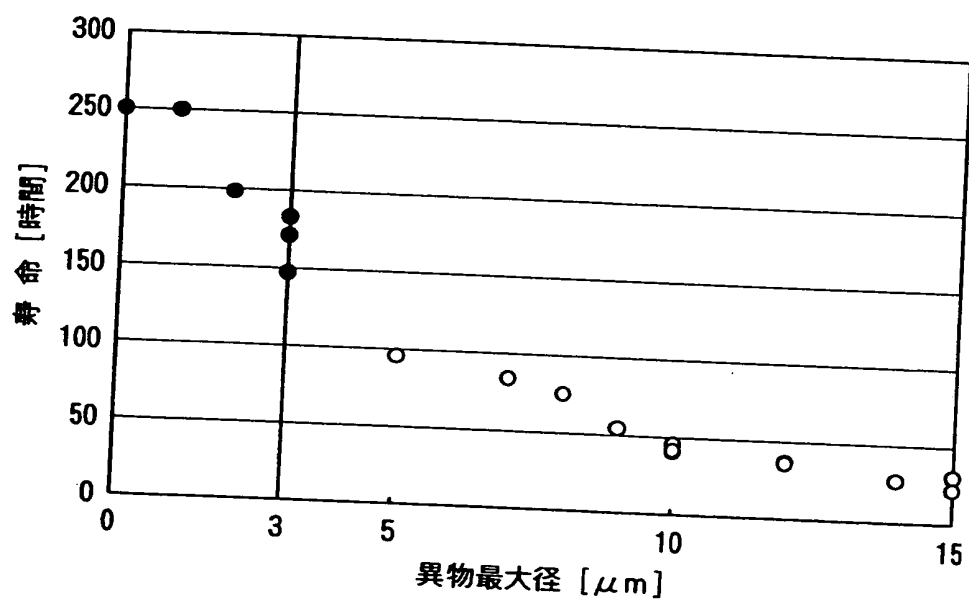
- 1 スラスト玉軸受
- 2 外輪
- 3 内輪
- 4 玉
- 6 フッ素系潤滑油
- 2 a , 3 a 軌道面

【書類名】 図面

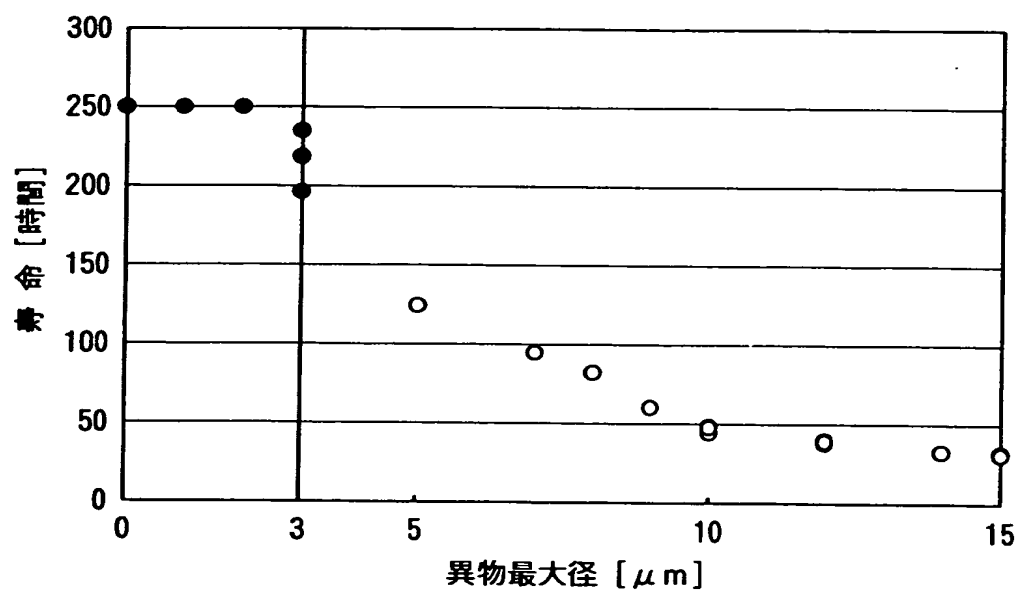
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 減圧雰囲気下での使用においても長寿命なフッ素系潤滑油で潤滑された転がり軸受を提供する。

【解決手段】 外輪 2 と、内輪 3 と、外輪 2 と内輪 3 との間に転動自在に配設された複数の玉 4 と、外輪 2 と内輪 3 との間に形成され玉 4 が内設された空隙部内に充填されたフッ素系潤滑油 6 とを備えると共に、減圧雰囲気下で使用されるスラスト玉軸受 1 を、外輪 2 及び内輪 3 に設けられた軌道面 2 a, 3 a 上に $3\mu\text{m}$ を超える平均直径を有する異物が存在していない構成とした。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

| | |
|----------|-----------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月29日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都品川区大崎1丁目6番3号 |
| 氏 名 | 日本精工株式会社 |

THIS PAGE BLANK (USPTO)